

FORAMINIFERA BENTONIK SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN TERUMBU KARANG DI PULAU TEGAL, TELUK LAMPUNG, LAMPUNG

BENTHONIC FORAMINIFERA AS BIOINDICATOR OF CORAL REEF WATER QUALITY IN TEGAL ISLAND, LAMPUNG BAY, LAMPUNG

Sevina Rahmi¹, Suwarno Hadisusanto¹, Nazar Nurdin², Mira Yosi² dan Luli Gustiantini²

¹Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jalan Teknik Selatan, Yogyakarta, email: sevina.rahmi@mail.ugm.ac.id

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jalan Dr. Djundjuran 236, Bandung

Diterima : 23-07-2019, Disetujui : 04-10-2019

ABSTRAK

Foraminifera telah banyak digunakan sebagai indikator kualitas perairan sekitar terumbu karang di Indonesia berdasarkan perbandingan kelompok foraminifera bentonik tertentu. Studi tersebut diterapkan di sekitar Pulau Tegal, Teluk Lampung yang merupakan salah satu destinasi wisata yang secara tidak langsung memberikan pengaruh terhadap ekosistem terumbu karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas foraminifera bentonik kaitannya dengan kondisi perairan terumbu karang Pulau Tegal, Teluk Lampung. Penelitian ini dilakukan pada 16 stasiun penelitian di Pulau Tegal yang mewakili semua sisi pulau dengan variasi kedalaman dari 0 meter hingga 28 meter. Hasil dari penelitian ini ditemukan 6.918 spesimen foraminifera bentonik dengan keanekaragaman yang tergolong rendah. Genera *Amphistegina* dan *Elphidium* ditemukan sangat melimpah pada hampir seluruh stasiun. Nilai Indeks FORAM (FI) diatas 4 ditemukan pada 11 stasiun penelitian yang mengindikasikan bahwa sebagian besar perairan Pulau Tegal berada dalam kondisi yang sangat baik dan kondusif untuk pertumbuhan serta pemulihan terumbu karang. Hasil ini sejalan dengan melimpahnya kehadiran kelompok foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang pada perairan Pulau Tegal.

Kata Kunci: Bioindikator, Pulau Tegal, Indeks FORAM, Terumbu Karang, Komunitas.

ABSTRACT

Foraminifera has been widely used as an indicator of the quality of the waters around coral reefs in Indonesia based on the comparison of certain groups of benthonic foraminifera. The study was implemented around Tegal Island, Lampung Bay, which is one of the tourist destinations that influence the coral reef ecosystem. This study aims to determine the structure of benthonic foraminifera communities related to the condition of the coral reef waters of Tegal Island, Lampung Bay. This research was conducted at 16 research stations in Tegal Island representing all sides of the island with variations in depth from 0 m to 28 m water depth. The results of this study found 6.918 specimens of benthonic foraminifera with relatively low diversity. The genera *Amphistegina* and *Elphidium* were found to be very abundant in almost all stations. The FORAM Index (FI) above 4 was found in 11 research stations which indicated that most of the waters of Tegal Island were in very good conditions and conducive to the growth and recovery of coral reefs. This result is in line with the abundance of the presence of foraminifera groups associated with coral reefs in the waters of Tegal Island.

Keywords: Bioindicator, Tegal Island, FORAM Index, Coral Reef, Community

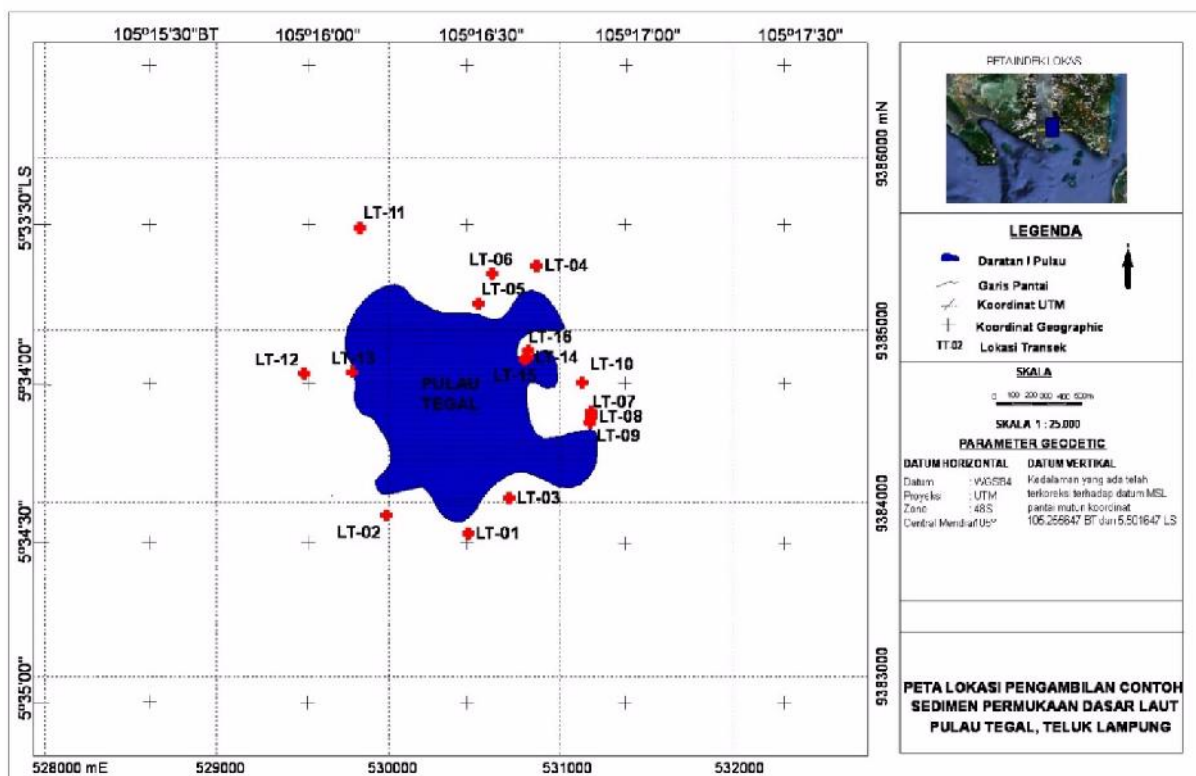
PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Lingkungan perairan terumbu karang biasanya berada pada wilayah dengan penetrasi cahaya yang tinggi, perairan hangat, salinitas yang tinggi dan mengandung banyak kalsium karbonat (CaCO_3) terlarut. Ekosistem terumbu karang mempunyai nilai ekologis yang sangat tinggi, namun disisi lain merupakan ekosistem yang sangat rentan terhadap kerusakan. Kawasan terumbu karang juga banyak dimanfaatkan untuk obyek wisata, obyek penelitian, aktivitas perikanan dan budidaya. Salah satu pulau yang memiliki potensi pesisir dan laut cukup besar yaitu Pulau Tegal yang merupakan bagian dari wilayah perairan Teluk Lampung.

Departemen Kelautan dan Perikanan (2002) menyebutkan bahwa secara administratif, Pulau Tegal terletak di Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pulau Tegal memiliki luasan lebih dari 98 hektar dengan jumlah penduduk sekitar 400 jiwa. Potensi pesisir dan lautan yang banyak dijumpai adalah pemukiman, pariwisata, perikanan dan budidaya. Berbagai potensi ini menarik berbagai pihak untuk melakukan pemanfaatan kawasan tersebut untuk berbagai kepentingan. Hal ini dapat menjadi

ancaman karena turut menyumbang polutan yang mencemari badan perairan pesisir pulau yang kemudian akan bermuara pada perairan teluk. Pencemaran tersebut dapat berdampak lama dan dapat menjadi permasalahan serius bagi keanekaragaman hayati biota laut di masa depan.

Salah satu metode monitoring kualitas perairan terumbu karang yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan indikator biologis untuk menunjukkan keadaan dari suatu lingkungan. Indikator biologis yang cukup banyak digunakan peneliti sebagai bioindikator kondisi perairan adalah foraminifera. Foraminifera banyak digunakan karena foraminifera merupakan salah satu organisme pembangun terumbu karang yang memiliki siklus hidup relatif singkat dibandingkan organisme pembangun terumbu karang yang lain. Hal ini dapat memfasilitasi pengamatan terhadap perbedaan antara penurunan kondisi terumbu karang yang terkait dengan penurunan kualitas air dalam jangka waktu yang panjang (Cockey dkk., 1990 dalam Hallock dkk., 2003). Pemanfaatan foraminifera didasarkan pada kumpulan spesiesnya di sedimen dasar lingkungan perairan terumbu karang menggunakan suatu perhitungan yang dinamakan FORAM (*Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring*) Indeks. Indeks ini dapat menentukan kualitas perairan yang mendukung pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang (Hallock dkk., 2003).



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut Pulau Tegal (Yosi, 2010).

Berdasarkan hal tersebut diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perairan di Pulau Tegal, Teluk Lampung berdasarkan kelimpahan relatif kelompok fungsional foraminifera dan penginterpretasian kondisi lingkungan perairan Pulau Tegal, Teluk Lampung.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Petrologi dan Mikropaleontologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Bandung pada Bulan Maret sampai dengan Bulan Juni 2019. Pengambilan sampel dilakukan oleh Tim Kajian Klasifikasi Sedimen Dasar Laut Terhadap Populasi Biota Demersal di Perairan Lampung Selatan pada Bulan Juli 2010.

Analisis foraminifera untuk setiap sampel mengacu pada Hallock dkk. (2003) meliputi penjentikan 300 individu foraminifera dari sedimen dan mengelompokkan foraminifera berdasarkan fungsional grupnya setelah sebelumnya dilakukan proses identifikasi dan penghitungan cacah individu setiap spesies dari setiap sampel. Proses

identifikasi dilakukan dengan pendeskripsian morfologi foraminifera. Penyusunan taksonomi mengacu pada taksonomi foraminifera menurut Barker (1960), Becraft dkk. (1963), Loeblich dan Tappan (1988;1994), Nobes dan Sven (2008).

Dokumentasi dilakukan dengan meletakkan spesimen yang terpilih pada foraminiferal slide yang kemudian didokumentasikan dibawah mikroskop binokuler Nikon 5MZ1500 dengan kamera Nikon digital AIGHT menggunakan peranti lunak NIS *elements* AR 2.30. Pengolahan data untuk mendapatkan nilai indeks keanekaragaman (H') dari Krebs (1989), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) mengacu dari Ludwig and Reynolds (1988) sedangkan indeks FORAM (Foraminifera Index= FI) mengacu dari Hallock dkk., (2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur komunitas foraminifera bentonik di Pulau Tegal disajikan pada Tabel 1 dan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Stasiun penelitian menunjukkan lokasi, jeluk, substrat, cacah spesies, cacah individu, Indeks Dominansi, Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks FORAM

No	Nomor Lokasi Sampel	Lokasi Sampel		Jeluk (m)	Substrat	Cacah Spesies	Cacah Individu	Indeks Dominansi	Indeks Keanekaragaman	Indeks Keseragaman	Indeks FORAM	Keterangan
		Bujur	Lintang									
1	LT-01	105.28	-5.574	10	Pasir lanauan	8	1008	0.73	0.53	0.18	9.93	
2	LT-02	105.27	-5.574	4	Lanau	5	206	0.40	0.20	0.09	3.29	Koef.Var. 0,04
3	LT-03	105.28	-5.726	3	Pasir lanauan	7	237	0.56	0.21	0.07	3.00	Koef.Var. 0,04
4	LT-04	105.28	-5.56	24	Kerikil	11	812	0.53	0.55	0.16	8.49	
5	LT-05	105.28	-5.562	1.5	Pasir kerikilan	3	8	0.34	0.01	0.01	7.75	
6	LT-06	105.28	-5.561	23	Pasir Lumpur krikilan	14	104	0.18	0.12	0.03	3.06	Koef.Var. 0,04
7	LT-07A	105.27	-5.566	12	Lumpur kerikilan	21	440	0.23	0.42	0.10	6.97	
8	LT-08	105.28	-5.569	8	Pasir lanauan	7	984	0.74	0.53	0.19	9.45	
9	LT-09	105.28	-5.568	5	Pasir lanauan	8	452	0.67	0.32	0.11	8.90	
10	LT-10	105.28	-5.568	13	Pasir lanauan	8	604	0.76	0.38	0.13	9.27	
11	LT-11	105.28	-5.567	25	Kerikil pasiran	11	1188	0.83	0.55	0.16	9.62	
12	LT-12	105.28	-5.565	28	Kerikil Lumpur	10	194	0.84	0.16	0.05	9.36	
13	LT-13	105.28	-5.565	1	Pasir	32	548	0.35	0.50	0.10	7.02	
14	LT-14	105.28	-5.565	pantai	Pasir kerikilan	9	16	0.23	0.02	0.01	6.31	
15	LT-15	105.27	-5.559	pantai	Pasir sedikit kerikilan	10	28	0.28	0.04	0.01	1.75	
16	LT-16	105.27	-5.566	1.5	Pasir lanauan	18	89	0.16	0.09	0.02	2.78	

Pengambilan contoh sedimen dasar laut dilakukan pada 16 lokasi di Pulau Tegal yang mewakili semua sisi pulau dengan kedalaman yang cukup bervariasi dari 0 meter sampai dengan kedalaman 28 meter. Berbagai tipe sedimen yang ditemukan di permukaan dasar laut Pulau Tegal diantaranya yaitu lanau, pasir, kerikil, pasir lanauan, pasir kerikilan, pasir lumpur kerikilan, lumpur kerikilan, kerikil pasiran, kerikil lumpuran dan pasir sedikit kerikilan (Yosi dkk.,2010). Kondisi substrat berperan pada distribusi dan morfologi dari foraminifera bentonik yang banyak hidup di dalam atau di permukaan substrat. Pembentukan cangkang pada foraminifera *agglutinated* sangat bergantung pada kondisi substrat sebagai material dasar penyusun cangkangnya. Pada foraminifera bercangkang *calcareous* sedikit berbeda karena proses pembentukan cangkangnya banyak dipengaruhi oleh proses kimiawi.

Dari perhitungan Indeks Dominansi diketahui hanya 6 stasiun dari 16 stasiun penelitian yang menunjukkan adanya spesies yang mendominasi di stasiun tersebut. Sedangkan jika dilihat dari perhitungan Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman menunjukkan bahwa seluruh stasiun penelitian memiliki keanekaragaman yang rendah begitu pula dengan tingkat keseragamannya. Hal ini mengindikasikan kondisi komunitas foraminifera yang tidak stabil.

Indeks FORAM (FI) dihitung berdasarkan genus foraminifera yang dikelompokkan berdasarkan fungsional grupnya. Kelompok pertama adalah spesies yang melakukan simbiosis dengan terumbu karang. Kelompok ini mewakili genera foraminifera yang hidup di lingkungan yang sama dengan karang. Kemudian, kelompok oportunistik merupakan genera yang toleran pada lingkungan yang tertekan, jenis substrat dan kondisi lingkungan lainnya. Kelompok ketiga yaitu kelompok foraminifera kecil lainnya yang bersifat heterotrofik. Hasil penghitungan foraminifera bentonik dari Pulau Tegal disajikan pada Tabel 2.

Komposisi kelompok fungsional pada setiap stasiun penelitian berbeda. Hal ini mempengaruhi besaran nilai dari FI setiap stasiun karena setiap kelompok fungsional memiliki peran masing-masing. Nilai FI yang rendah banyak dipengaruhi oleh banyaknya spesies heterotrofik sedangkan penambahan spesies bersimbiosis akan meningkatkan nilai dari FI. Beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi dari kelompok fungsional foraminifera di setiap stasiun penelitian

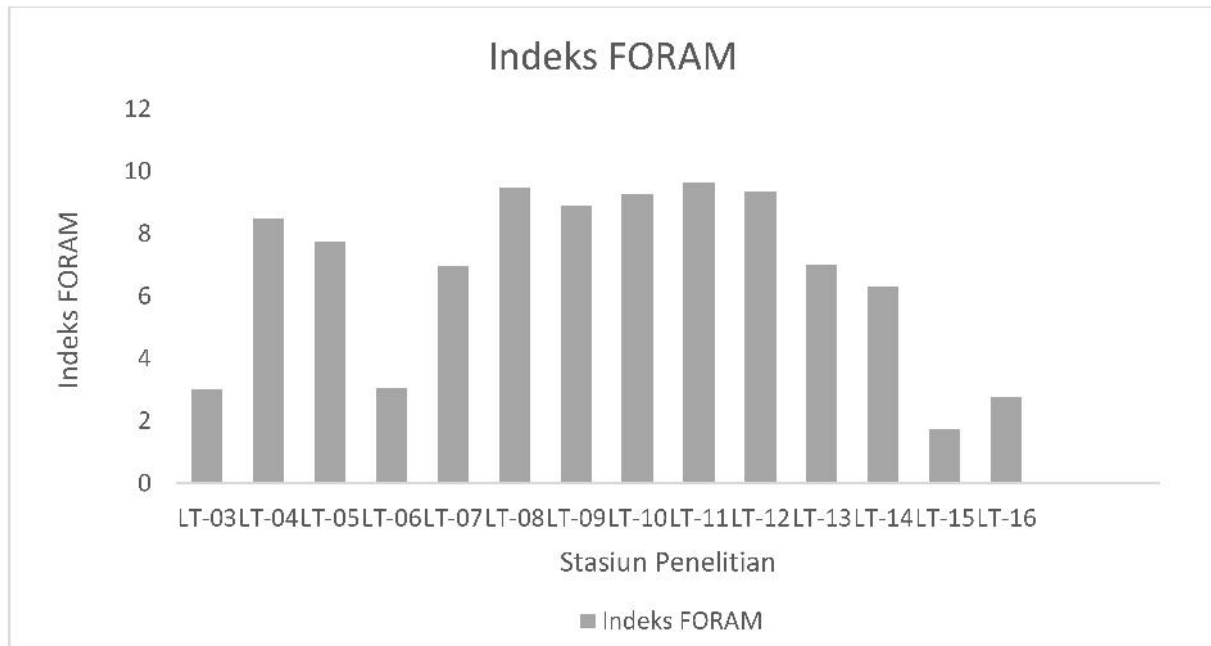
antara lain yaitu perbedaan substrat, kedalaman dan kondisi lingkungan yang lainnya.

Kondisi perairan yang kondusif untuk pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang ditandai dengan FI lebih dari 4. Secara keseluruhan diketahui 11 dari 16 stasiun pengamatan menunjukkan FI lebih dari 4 kecuali pada stasiun LT-02, LT-03, LT-06, LT-15 dan LT-16. Hasil ini sejalan dengan presentase kehadiran kelompok foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang. Pada 11 stasiun yang dinilai baik diketahui bahwa kelompok foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang adalah kelompok yang paling mendominasi di stasiun-stasiun tersebut. Foraminifera tersebut memiliki karakteristik lingkungan hidup ideal yang sama dengan terumbu karang sehingga kelimpahan jumlahnya mengindikasikan bahwa lingkungan hidupnya sangat mendukung pertumbuhan, reproduksi dan keberlangsungan kehidupannya. Spesies yang mendominasi pada 11 stasiun tersebut adalah *Amphistegina lessonii*. Genus *Amphistegina* merupakan genus yang memiliki persebaran yang luas pada perairan terumbu karang dan perairan dangkal lainnya yang memiliki dasar yang keras atau perairan yang merupakan daerah tempat material karbonat terkumpul. *Amphistegina* hidup bersimbiosis dengan beberapa spesies diatom sehingga membutuhkan sinar matahari dengan viabilitas yang baik. Hal ini membuat *Amphistegina* menjadi bioindikator dalam menentukan kondisi perairan. Kemelimpahan *Amphistegina* dalam jumlah besar akan mengindikasikan kondisi perairan yang baik (Murray, 2006). *Amphistegina* merupakan kelompok foraminifera dengan dinding *calcareous* yang dalam proses pembentukan cangkangnya dilakukan secara kimiawi sehingga jenis substrat tidak berpengaruh signifikan. Genus ini berperan penting dalam proses pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang karena kemampuannya menyumbangkan zat karbonat pada ekosistem terumbu.

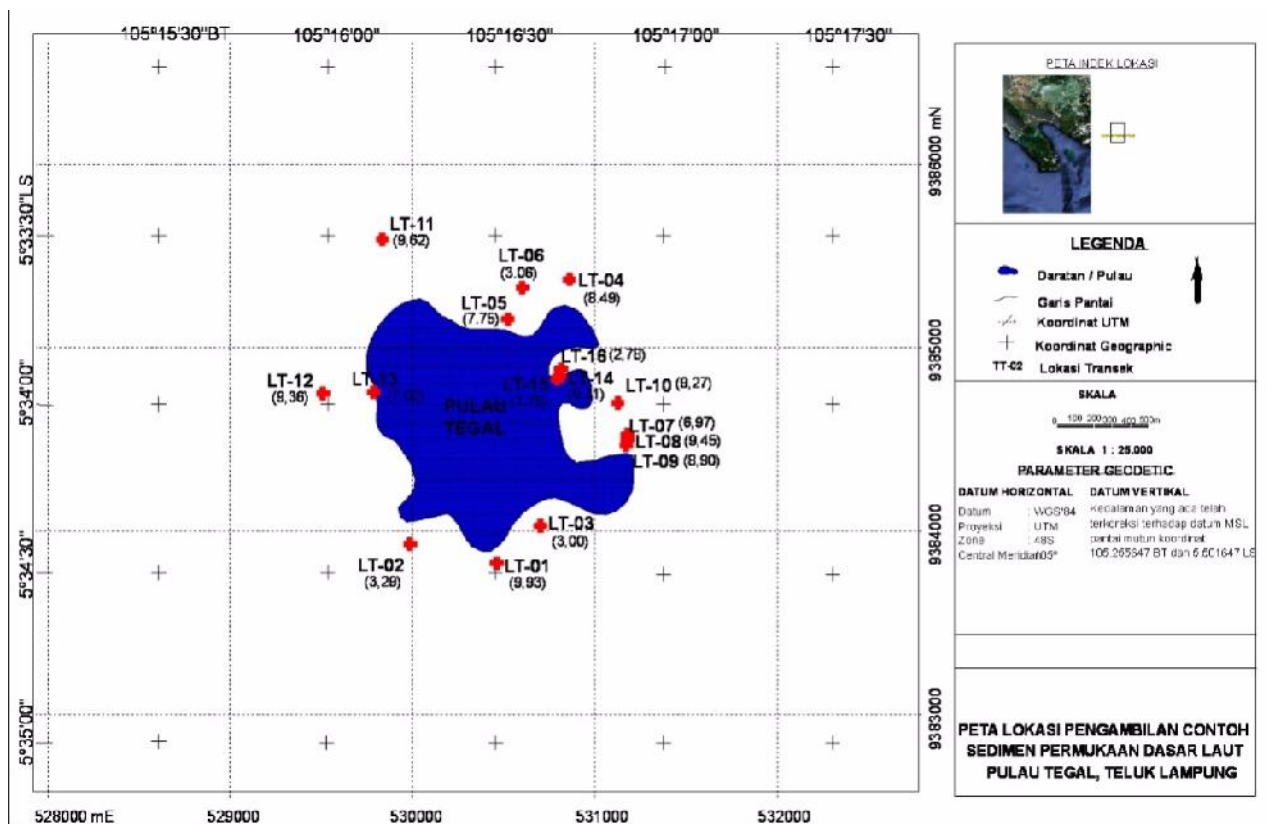
Indeks FORAM pada lima stasiun penelitian yaitu stasiun LT-02, LT-03, LT-06, dan LT-16 menunjukkan nilai yang cukup rendah yaitu 3.29, 3.00, 3.06 dan 2.78. Nilai Indeks FORAM yang berada dalam kisaran 3 hingga 5 dengan koefisien variasi lebih dari 0,1 menunjukkan adanya perubahan kondisi lingkungan, namun dari hasil perhitungan nilai koefisien variasi dari stasiun LT-02, LT-03 dan LT-06 menunjukkan nilai 0,04 atau dibawah 0,1. Hasil ini menunjukkan bahwa lingkungan perairan tersebut cukup kondusif

Tabel 2. Hitungan foraminifera bentonik yang hadir pada setiap stasiun

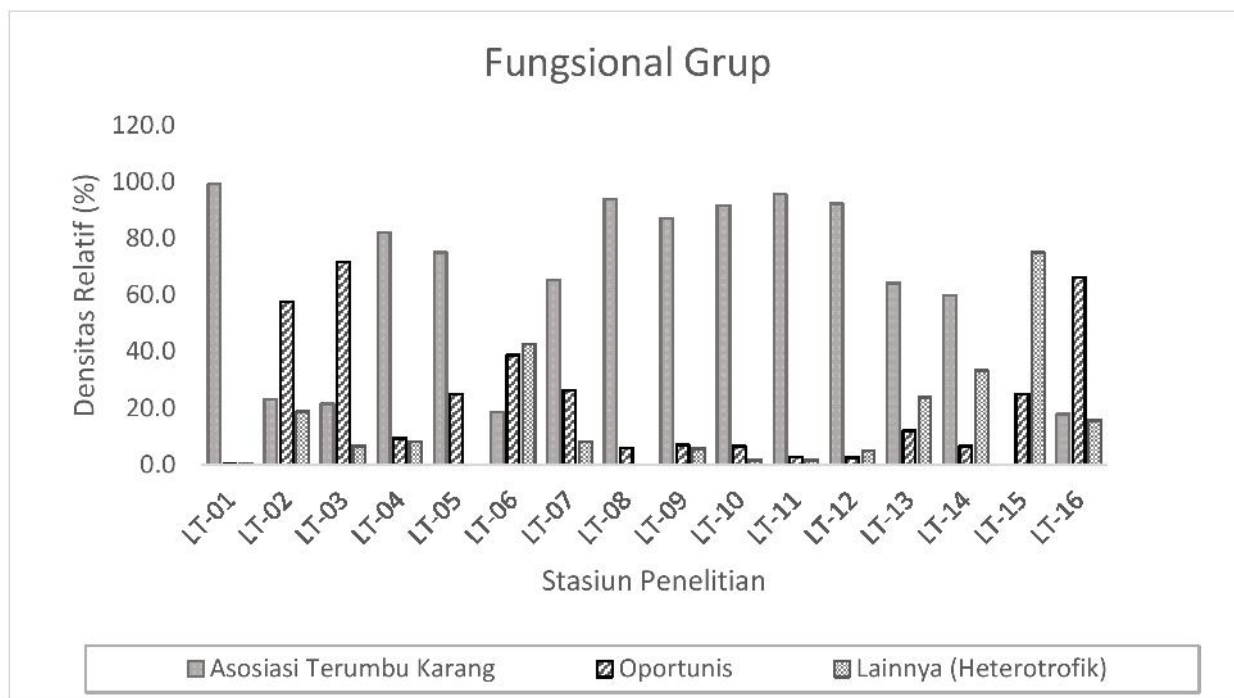
No	Nama Species	LT-01 (0,25;10)	LT-02 (1;4)	LT-03 (1;3)	LT-04 (0,25;24)	LT-05 (1;1,5)	LT-06 (1;23)	LT-07 (0,5;12)	LT-08 (0,25;8)	LT-09 (0,5;5)	LT-10 (0,5;13)	LT-11 (0,25;25)	LT-12 (1;28)	LT-13 (0,5;1)	LT-14 (1;0)	LT-15 (1;0)	LT-16 (1;1,5)
Kelompok Fungsional Foraminifera yang Bersimbion dengan Terumbu Karang																	
1	<i>Amphistegina lessonii</i>	856	1	3	584	3	19	136	840	366	524	1084	178	316	7	0	0
2	<i>Amphistegina papilosa</i>	4	0	1	0	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0
3	<i>Amphistegina lobifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Baculogypsinoidea spinosus</i>	28	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	4	0	0	0
5	<i>Calcarina calcar</i>	0	0	1	16	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	7
6	<i>Calcarina mayori</i>	96	0	0	56	0	0	12	0	0	0	20	1	8	0	0	0
7	<i>Heterostegina curva</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	2	20	16	0	8	0	0	4
8	<i>Heterostegina depressa</i>	12	0	0	8	0	0	4	52	22	8	12	0	12	1	0	0
9	<i>Operculina ammonoides</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Operculina discoidalis</i>	4	47	45	4	3	0	118	12	4	0	0	0	4	1	0	0
11	<i>Operculina granulosa</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Paneroplis antillarum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Kelompok Fungsional Foraminifera Oportunistik																	
13	<i>Ammonia beccarii</i>	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9
14	<i>Ammonia convexa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
15	<i>Ammonia parkinsoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	<i>Elphidium crispum</i>	4	119	170	76	2	6	106	60	32	40	32	5	54	1	6	20
17	<i>Elphidium macellum</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	4	0	0	1
18	<i>Elphidium reticulosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	<i>Elphidium simplex</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0
20	<i>Elphidium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Kelompok Fungsional Foraminifera Kecil Lain (Heterotrofik)																	
21	<i>Ammomassilina alveoliniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
22	<i>Cancris auriculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	<i>Eponides bradyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	<i>Eponides repandus</i>	4	0	0	0	0	1	4	0	2	0	4	0	8	0	0	0
25	<i>Gyroidina broeckhiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
26	<i>Hauerina orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	4	0	0	0
27	<i>Heterolepa margarifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
28	<i>Nonion suburgidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
29	<i>Nummulitoides globulus</i>	0	0	0	4	0	2	0	0	0	2	0	0	12	1	0	0
30	<i>Pararotalia domantayi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	<i>Pararotalia venusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	<i>Planorbolina acervalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33	<i>Planulina retia</i>	0	17	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
34	<i>Pseudomassilina australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0
35	<i>Pyrgo laevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
36	<i>Quinqueloculina auberiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
37	<i>Quinqueloculina bradyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	0	0
38	<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
39	<i>Quinqueloculina latidentella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	1
40	<i>Quinqueloculina limbata</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0
41	<i>Quinqueloculina parkeri</i>	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	3	4	0	0	0
42	<i>Quinqueloculina pseudoreticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	1	0
43	<i>Quinqueloculina pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
44	<i>Siphonotextularia curta</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
45	<i>Spiroloculina corrugata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0
46	<i>Spiroloculina depressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	1	0
47	<i>Textularia agglutinans</i>	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
48	<i>Textularia candaeiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
49	<i>Textularia foliacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
50	<i>Textularia pseudogramen</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	6	0	0	0
51	<i>Textularia semilata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
52	<i>Textularia truncata</i>	0	0	0	4	0	1	8	0	22	0	0	1	0	0	0	0
53	<i>Triloculina tricarinata</i>	0	22	16	32	0	17	12	0	2	0	0	0	0	0	13	0
54	<i>Triloculina trigonula</i>	0	0	0	0	0	9	4	0	0	6	0	0	10	0	0	0
55	<i>Valvulinera glabra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
56	<i>Varidentella reussi</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0



Gambar 2. Nilai Indeks FORAM



Gambar 3. Persebaran Indeks FORAM Pulau Tegal



Gambar 4. Densitas relatif kelompok fungsional foraminifera bentonik

untuk pertumbuhan terumbu karang namun tidak mendukung untuk pemulihan terumbu karang yang telah rusak. Stasiun-stasiun tersebut, kecuali stasiun LT-06 didominasi oleh kelompok fungsional oportunis yaitu *Elphidium crispum*. *Elphidium* termasuk dalam golongan foraminifera kosmopolitan yang mampu hidup pada berbagai tipe perairan seperti perairan dangkal terumbu karang, laguna, muara, rawa, dsb. Disamping itu *Elphidium* sebagai genus yang *euryhaline* memiliki kisaran toleransi yang luas terhadap salinitas. *Elphidium* umum ditemukan pada sedimen pasir dan lumpuran dengan karbon tinggi. Kemampuannya bertahan pada kondisi lingkungan yang tertekan menjadikan *Elphidium* sebagai genus yang dapat menjadi indikator perairan tercemar (Murray, 2006). Kelompok ini memiliki kemampuan strategi hidup (Reolid dkk., 2014) sehingga ketersediaan daya dukung lingkungan untuk kehidupannya dapat diabaikan. Hal ini menyebabkan kelompok oportunis dapat mendominasi wilayah yang mengalami tekanan ekologis sehingga dapat meminimalisir kompetisi sumber daya makanannya. Masukan nutrisi pada wilayah tersebut diduga banyak berasal dari daratan akibat aktivitas manusia. Pada kondisi yang tertekan tersebut, tipe oportunis dapat beradaptasi dengan lingkungan eutrofik dan berkembang biak dengan baik (Hallock dkk., 2003).

Stasiun LT-15 memiliki nilai FI paling rendah yaitu 1.75 yang mengindikasikan bahwa perairan di wilayah tersebut tidak layak untuk pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang. Stasiun LT-06 dan LT-15 didominasi oleh kelompok heterotrofik. Kelompok ini melimpah pada saat ketersediaan makanan atau nutrisi pada suatu lokasi juga melimpah. Kualitas perairan di stasiun LT-06 diduga banyak dipengaruhi oleh aktivitas pariwisata di Pulau Tegal. Stasiun tersebut berlokasi dekat dengan hotel dan bangunan-bangunan fasilitas pariwisata lainnya.

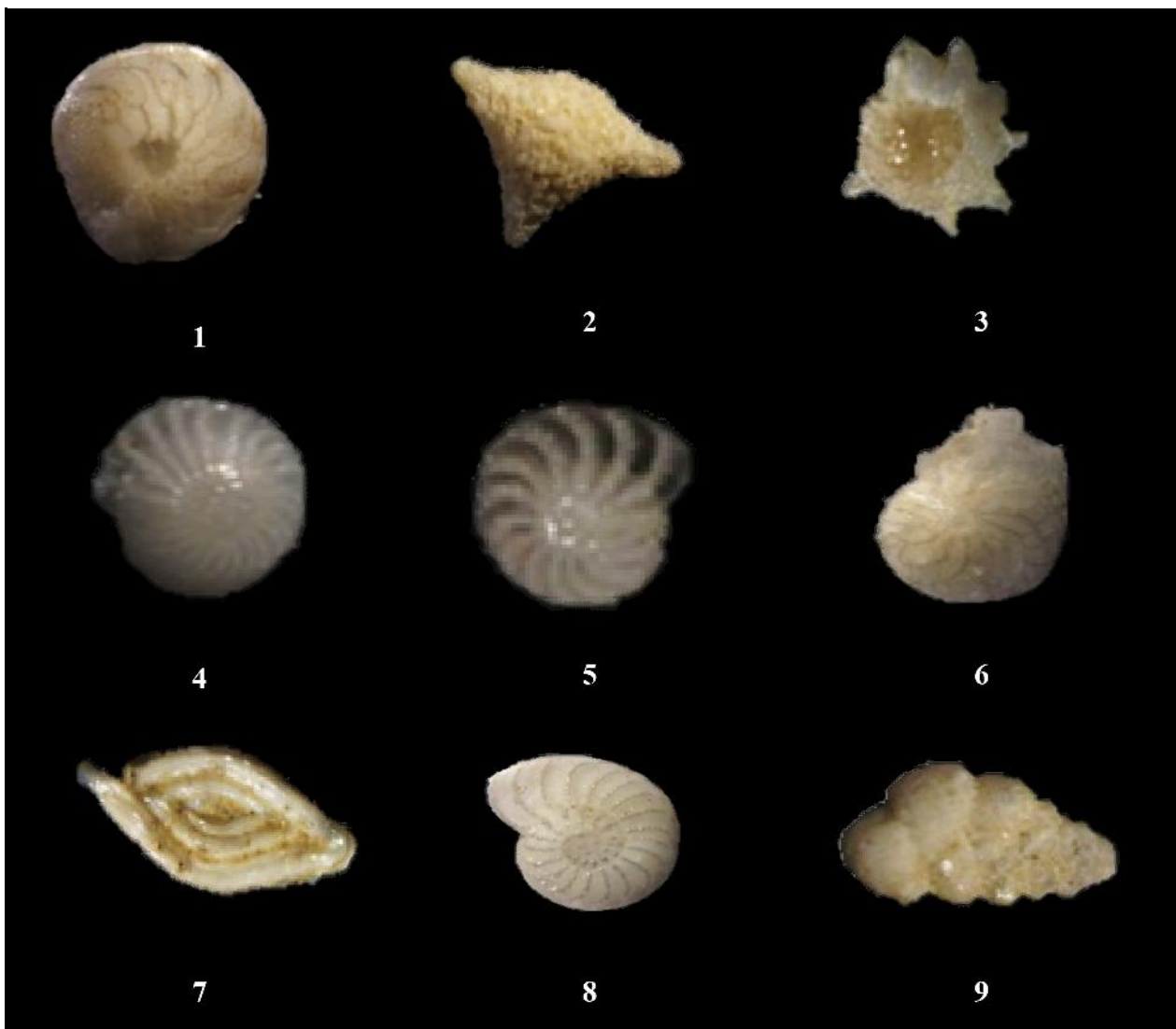
Kegiatan pariwisata pesisir ini diduga turut memberikan kontribusi terhadap penurunan kualitas perairan sebagaimana yang diungkapkan oleh Pramudyanto (2014) bahwa kegiatan pariwisata turut menyumbang berbagai limbah yang mencemari wilayah pesisir dan lautan. Salah satu jenis limbah yang banyak memberikan pengaruh yaitu limbah organik.

Secara keseluruhan, sebagian besar stasiun penelitian yang berada di sekitar Pulau Tegal memiliki nilai Indeks FORAM melebihi 4 yang mengindikasikan bahwa kondisi perairan di wilayah tersebut masih baik dan kondusif untuk pertumbuhan serta pemulihan terumbu karang. Beberapa wilayah, terutama yang berada di daerah pariwisata menunjukkan adanya penurunan kualitas perairan.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Sidiq dkk. (2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Amphistegina radiata* ditemukan sangat melimpah dan ditemukan hampir di semua stasiun penelitian di Pulau Morotai, Maluku Utara. Nilai Indeks Keanekaragaman foraminifera yang ditemukan antara 1,49 dan 2,31 yang menunjukkan kondisi lingkungan sedang bagi kehidupan foraminifera. Nilai Indeks FORAM (FI) berkisar dari 6,32 hingga 9,16 menunjukkan kondisi lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang termasuk organisme yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang seperti foraminifera bentonik.

Penelitian yang dilakukan oleh Gitaputri dkk. (2013) di Pulau Natuna, Kepulauan Riau menunjukkan terdapat 80 jenis yang termasuk ke dalam 31 genera foraminifera bentonik. Beberapa

diantaranya merupakan spesies/genus yang bersimbiosis dengan terumbu karang seperti *Amphistegina*, *Calcarina*, *Tynoporus*, *Heterostegina*, *Operculina*, *Sorites*, *Peneroplis*, *Marginophora* dan *Spirolina*. Genera kelompok oportunistik yang ditemukan antara lain, *Elphidium*, *Ammonia*, *Planorbulina*, dan *Bolivina*. Genera kelompok heterotrof yang ditemukan antara lain *Textularia*, *Quinqueloculina*, *Spiroloculina*, *Triloculina*. Kondisi perairan terumbu karang di gugusan Kepulauan Natuna berdasarkan FORAM Indeks (FI) nilainya berkisar antara 9,46-2,60. Hal ini mengindikasikan kondisi lingkungan perairan sangat kondusif untuk pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang dan terdapat pula kondisi perairan yang kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang, namun tidak cocok untuk pemulihan terumbu karang.



Gambar 4. Beberapa genera foraminifera bentonik di daerah penelitian (1. *Amphistegina* ;2. *Baculogypsinoides*; 3.*Calcarina*; 4-5.*Elphidium*; 6. *Heterostegina*; 7. *Spiroloculina*; 8. *Operculina*; dan 9. *Textularia*)

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Jumlah spesies foraminifera bentonik di setiap stasiun penelitian cukup bervariasi yaitu berkisar 3 hingga 32 spesies. Genera *Amphistegina* dan *Elphidium* ditemukan sangat melimpah pada hampir seluruh stasiun.
- Pada kelompok fungsional foraminifera yang bersimbion dengan terumbu karang, genus yang paling mendominasi yaitu *Amphistegina*. Pada kelompok fungsional foraminifera oportunisti, genus yang paling mendominasi yaitu *Elphidium*. Pada kelompok fungsional foraminifera bentonik kecil lainnya ditemukan genus yang paling mendominasi yaitu *Triloculina*.
- Berdasarkan nilai Indeks FORAM (FI) di Pulau Tegal, Teluk Lampung dapat dikatakan bahwa secara umum kondisi perairan tersebut menunjukkan kondisi lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung (P3GL) atas ijin penggunaan sampel dan berbagai fasilitas yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Barker, R.W. 1960. *Taxonomic Notes, soxy of economic paleontologists and mineralogist*. Shelf Development Company, Houston, Texas.USA.
- Becraft, G.E., Darrell,M.P. and Sam, R. 1963. *Geology and Mineral Deposits if the Jefferson City Quadrangle, Jefferson and Lewis and Clark Couties, Montana*. U.s. Government Printing Office, Washington
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2002. *Pedoman Umum Penataan Ruang Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan
- Gitaputri, K.,H. Kasmara, T.S Erawandan S.M. Natsir. 2013. *Foraminifera Bentonik Sebagai Bioindikator Kondisi Perairan Terumbu Karang Berdasarkan Foram Index Di Gugusan Kepulauan Natuna, Provinsi Kepulauan Riau*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. (5). 1. pp: 26-35
- Hallock, P, B.H. Lidz, E.M. Cockey-Burkhard and K.B. Donnelly. 2003. *Foraminifera As Bioindicators In Coral Reef Assessment And Monitoring: The Foram Index*. *Environmental Monitoring And Assessment*. (81). pp: 221-238
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper and Row Inc. Publisher. pp: 579
- Ludwig, J.A. dan J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology : A Primer Methods and Computing*. John Wiley and Sons. New York. pp : 337
- Loeblich, A.R. dan Tappan, H. 1988. *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Van Nostrand Reinhold. USA
- Loeblich, A.R. dan Tappan, H. 1994. *Foraminiferal of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research. Inc. USA
- Murray, J.W. 2006. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press. pp: 327-343
- Nobes,K. dan Sven, U. 2008. *Benthic Foraminifera of The Great Barrier Reef : A Guide to Species Potentially Useful as Water Quality Indicators. Report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility*. Reef and Rainforest Research Centre Limited,caims. Australia
- Pramudyanto, B. 2014. *Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan di Wilayah Pesisir*. *Jurnal Lingkar Widyaishwara*. (1). 4. pp:21 – 40
- Reolid, M., B.L. Nikitenko dan L. Glinskikh. 2014. *Trochammina as opportunist foraminifera in the Lower Jurassic from north Siberia*. *Polar Research*. (33). 21653. pp: 1-14
- Sidiq, A., S. Hadisusanto dan K.T. Dewi. 2016. *Foraminifera Bentonik Kaitannya Dengan Kualitas Perairan Di Wilayah Barat Daya Pulau Morotai, Maluku Utara*. *Jurnal Geologi Kelautan*. (14).1. pp : 13-22
- Yosi, M., D. Ilahude, E. Herawati, J. Godjali, E. Linirin, Widodo dan L. Sarmili. 2010. *Laporan Kajian Klasifikasi Sedimen Dasar Laut Terhadap Populasi Biota Demersal (Hidup di Dasar Laut), di Perairan Lampung Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.

